

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Salhusvegen 55</b>	DOKUMENTKODE	615394-RIGberg-NOT REV001
EMNE	Skredfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Ådnekvam Bygg og Eiendom AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Asbjørn Øystese
KONTAKTPERSON	<b>Trond Aadnekvam</b>	SAKSBEH	Asbjørn Øystese
KOPI		ANSVARLIG ENHET	2214 Bergen Bergteknikk

## SAMMENDRAG

I forbindelse med regulering av planområdet ved Salhusvegen 55 gnr. 181/bnr. 5, 18 og 23 i Bergen kommune, har Multiconsult ASA utført en risiko- og sårbarhetsanalyse med hensyn på skred fra naturlig terreng bak og omkring planområdet.

Undersøkelsene og analysen omfatter i hovedsak skredhendelser fra naturlig terreng og tar ikke hensyn til annen risiko som planområdet eventuelt måtte være utsatt for.

I henhold til TEK 10 gjelder sikkerhetsklasse 3 med hensyn på skred for planområdet.

I korte trekk er det den sørøstlige delen av planområdet og skråningene i Djupedal som er utsatt for skred, i form av steinsprang fra lokale bergskrenter. Avstanden fra kildeområde for skred til bygg i området vil avgjøre hvor mye som det må sikres imot. Faresonekartet i figur 6 i vedlegg A viser hvor det er fare for skred. Bygg og næringsvirksomhet er såpass nært at det stort sett må sikres mot steinsprang langs hele reguleringsgrensen. Vi vurderer at det undersøkte planområdet oppfyller kravene til sikkerhet for skred, dersom sikringstiltakene listet opp i kapittel 9 blir gjennomført. Firma med bergteknisk kompetanse skal prosjektere sikringstiltakene.

Det er tidligere sikret i noen overheng i berget i skråningen øst for planområdet og det er etablert en skredvoll sørøst for planområdet. Disse sikringstiltakene har senket sannsynligheten for skred betraktelig og det vil ikke være behov for sikring i større skala i disse delene av skråningen.

Vi anbefaler at det blir gjort grunnundersøkelser/prøvegraving for eventuelle nye bygg, spesielt i myrterreng, og prøvegraving i løsmasseskråninger, dette gjelder spesielt i Djupedal.

Vi presiserer at dersom det skal utføres sprenging av berg for å gi plass til eventuelle bygningsmasser, så må det gjøres egne bergtekniske vurderinger for dette arbeidet. De nysprengte skjæringene kan kreve sikring. Denne sikringen skal prosjekteres av firma med bergteknisk kompetanse.

Andre tiltak som bør følges er beskrevet i kapittel 8.

## 1. Innledning

I forbindelse med planområdet ved Salhusvegen 55 gnr. 181/bnr. 5, 18 og 23 i Bergen kommune har Multiconsult ASA utført en risiko- og sårbarhetsanalyse med hensyn på skred fra naturlig terreng bak og omkring planområdet, se figur 1 og 2 i denne rapporten og bilder i vedlegg A. Foreliggende notat gir en vurdering av stabilitet av bergskrentene og løsmassene i skråningene. Sørpe- og snøskredfaren blir også vurdert. Dette notatet beskriver de utførte undersøkelsene og presenterer resultatene og tilhørende vurderinger.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	29.06.2016	Skredfarevurdering inkludert faresonekart	Asbjørn Øystese	Mariia Pihlainen	Asbjørn Øystese
00	03.07.2014	Skredfarevurdering	Asbjørn Øystese	Frode Johannesen	Asbjørn Øystese

## 2. Utførte undersøkelser

Befaringen ble utført av rådgiver Asbjørn Øystese fra Multiconsult AS. Med på befaringen var byggmester Trond Aadnekvam. Området ble undersøkt til fots 19. februar og 27. mars 2014.

Temaene i undersøkelsen bestod i hovedsak av:

1. Berggrunn og geologiske strukturer av betydning for skredfare.
2. Løsmasseforhold av betydning for skredfare.
3. Registrering av vann- og vassdragsforhold.
4. Tilstand og omfang til eksisterende vegetasjon.
5. Sørpe- og snøskredfare.

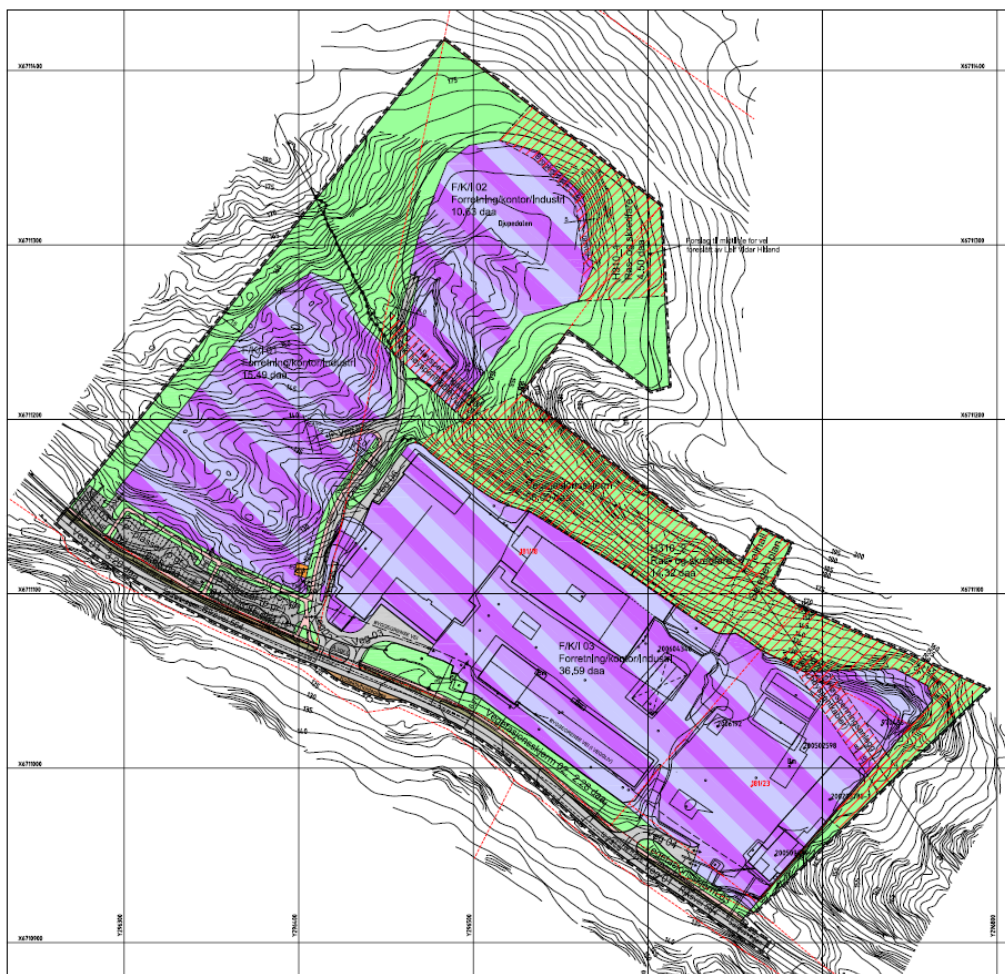
### Grunnlag

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt gjennomgått:

- Topografisk kart ([www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no))
- Klimadata ([www.senorge.no](http://www.senorge.no))
- Skrednett ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no))

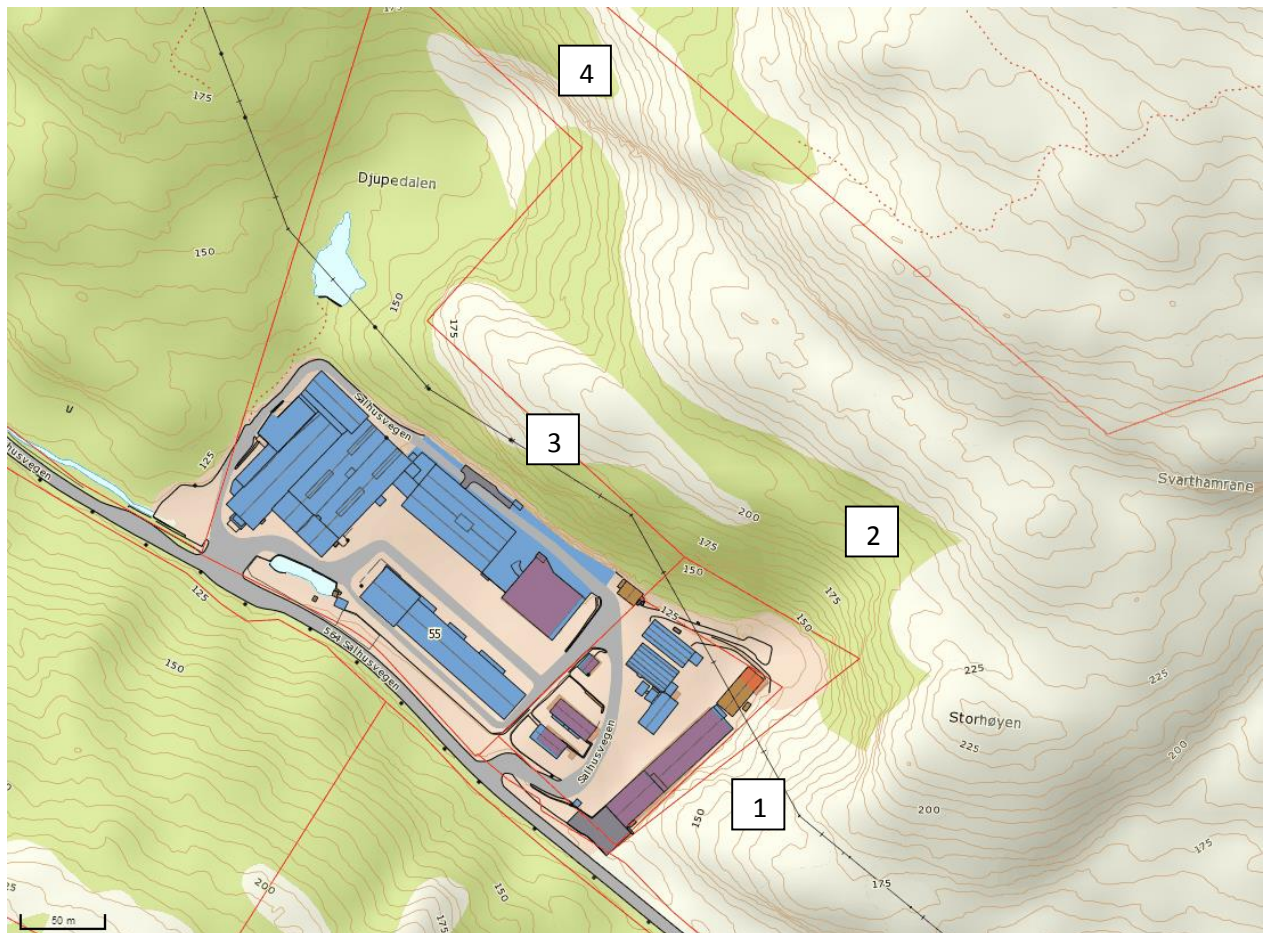
## 3. Topografi, løsmasseforhold og vegetasjon

Reguleringsplanområdet ligger ved Salhusvegen 55 i Bergen kommune, se figur 1 og 2.



Figur 1. Reguleringsplanområdet ved Salhusvegen 55.

## Skredfarevurdering



Figur 2. Kart av planområdet ved Salhusvegen 55 med spesielt skredutsatte punkter, 1-4. Kartet er hentet fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

Planområdet strekker seg fra 120-150 m o.h. og består av næringsområde, myr- og skogsområder. Med unntak av bratte bergskrenter er terrenghelningen i planområdet fra 0-20°. Terrenget i bakkant av planområdet er bratt (25-80°).

NGU sitt kvartærgeologiske kart viser at løsmassene i planområdet skal bestå av et tynt dekke og ellers bart fjell. Dette er også i tråd med observasjoner i felt. Bortsett fra forsenkninger i terrenget er løsmasselaget tynt og usammenhengende.

Løsmassetykkelsen er synkende mot stigende terreng. Det ble ikke observert sig/bevegelser i løsmassene. Urmassene vurderes som stabile.

I de nordlige deler av planområdet (øst i Djupedalen) og sørøst i planområdet ble det observert mye urmasser som trolig er steinsprangavsetninger, se pkt. 4 og 2 i figur 2 og bilde 1-5 i vedlegg A. Steinsprangavsetningene er trolig løsnet fra berget i overkant som følge av vann-, rot- og frostsprengning.

Trærne i skråningene, som hovedsakelig består av granskog (i Djupedalen) og løvskog, er lite bøyde og bærer ikke preg av noe sig i løsmassedekket. Rotsystemet fra trærne og vegetasjonen i skråningen har en stabiliserende effekt på det tynne løsmassedekket i området. Men på berget kan vegetasjon føre til rotsprengning.

## 4. Vann- og vassdragsforhold og forhold for flom og ukontrollert vannstrøm

Det ble registrert en bekk i planområdet. Den renner gjennom planområdets nordlige del i Djupedalen. Ellers er det en del vanntilsig i fra bergskråningen øst for planområdet. Hovedkildeområdet for bekken og vanntilsiget er fra mindre myrer og terrenget opp mot Midtfjellet øst for planområdet. I perioder med mye nedbør vil det komme en god del vann fra bekken og skråninger ned i planområdet.

Bekkene og annet overflatevann skal tas hånd om av et tilstrekkelig overvannssystem der det skal bygges nytt. Firma med VA-kompetanse skal prosjektere overvannssystemet.

## 5. Bergartsfordeling og sprekegeometri

Bergarten i det kartlagte området består av båndet gneis og amfibolitt og er omdannet under den kaledonske fjellkjededannelsen. Lagpakken er en del av Lindåsdekket ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

### Oppsprekking

Sprekkene i bergarten er plane, har moderat ruhetsgrad, fører noe vann og har lite sprekefylling. Følgende sprekesystemer ble registrert i bergmassen:

1. N 310°/60° NNØ. Relativt bratt sprekesystem som følger foliasjonen i bergarten og stuper ned og inn i berget. Sprekkene avløser blokker og bergpartier i frem- og bakkant. På de tett oppsprukne bergartslagene er avstanden mellom mindre sprekker og stikk ca. 0,20 meter. Avstanden mellom gjennomgående sprekker er større.
2. N 130°/50-70° SV. Sprekkene avløser blokker og bergpartier i under- og overkant. På de tett oppsprukne bergartslagene er avstanden mellom mindre sprekker og stikk ca. 0,30 meter. Avstanden mellom gjennomgående sprekker er større.
3. N 350°/90°. Sprekkene avløser blokker og bergpartier i sider. På de tett oppsprukne bergartslagene er avstanden mellom mindre sprekker og stikk ca. 0,30 meter. Avstanden mellom gjennomgående sprekker er større.
4. N 80°/90°. Sprekkene avløser blokker og bergpartier i sider. På de tett oppsprukne bergartslagene er avstanden mellom mindre sprekker og stikk ca. 0,30 meter. Avstanden mellom gjennomgående sprekker er større.

## 6. Vurdering av skredfare

I følge aktsomhetskartet på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), ligger de østlige deler av planområdet innenfor de skisserte utløpsområdene for snøskred og steinsprang. Våre vurderinger vil overprøve aktsomhetskartet og danne grunnlag for nye konklusjoner og utarbeidet faresonekart, se figur 6 i vedlegg A.

### 6.1 Registrerte skredhendelser

På [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) er det ikke registrert noen skredhendelser i eller i nærheten av planområdet.

## 6.2 Snøskred og sørpeskred

Skråningene bak planområdet har liten akkumulasjon av snø på vinterstid, det viser blant annet klimastatistikk fra Se.norge.no som er utviklet av NVE i samarbeid med met.no og statkart. I følge Senorge.no er maksimal snødybde i skråningene bak og omkring planområdet i dager med snø mellom 50-100 cm. Vanlig snødybde i dager med snø er rundt 25 cm. Dette er for lite snø til å initiere snøskred i skråningene i området sett i forhold til at terrenget er slakt eller for bratt (snøen vil ikke kunne feste seg i bratte bergsua som det er mye av øst for planområdet). Ellers er det forholdsvis tett skog i slakere terreng og stedvis vokser skogen svært tett. Skogen har en evne til å stabilisere snødekket og dermed hindre snøskred i å dannes. Skog kan også bremse mindre snøskred. Den tette skogen i området vil dermed minske sannsynligheten for snøskred betraktelig. Ifølge klimamodeller vil en økning i årstemperatur i området gi mer nedbør i form av regn, og snøen som kommer vil smelte hurtigere.

Mindre sørpeskred er også lite sannsynlig, pga. lite nedbørsfelt/små vannveier og liten snødybde i området.

Historisk er snø- og sørpeskred et marginalt problem i denne delen av Hordaland. Det er ikke gjort observasjoner som tyder på snøskred-/sørpeskredskadet vegetasjon.

## 6.3 Steinsprang og fjellskred

Bergarten som ble observert i blotningene i planområdet har en moderat fasthet mot erosjon, men pga. bratt terreng, ugunstig oppsprekking og erosjonsprosesser er berget ustabil i bergskrenter i den nordre, østlige og sørøstlige delen av planområdet, (se punkt 1-4 i figur 2). Se også bilde 1-5 i vedlegg A. Stein og større bergblokker kan løsne langs sprekkesettene som er registrert i kapittel 5. Man kan også få en sekundærvirking ved at steiner og blokker treffer ur- og forvittringsmasser og gjør disse ustabile.

Fremtidig vann-, rot- og frostsprengning vil bidra til å øke ustabiliteten. Dersom det skulle gå steinsprang eller blokkskred fra disse bergskrentene kan nedfall utgjøre en fare for næringsområde og planlagte bygg. Skredfaren mot næringsområdet vil være avhengig av byggenes plassering i forhold til bergskrentene.

Sannsynligheten for fjellskred er vurdert til å være liten for planområdet.

## 6.4 Løsmasseskred

Sannsynligheten for løsmasseskred/-utglidning anses som liten i og bak planområdet pga. relativt faste løsmasser, liten terrenghelning (maks 25°) over størstedelen av det løsmassedekte området og mye vegetasjon som binder jorda.

## 6.5 Isskred

Det vil under vinterlige forhold kunne danne seg noe is på bergskrentene rett øst for planområdet og som under fryse-/tineprosesser kan gi nedfall. Konsekvensene av isnedfall vil derimot være mindre enn for steinsprang.

## 7. Risikovurdering med hensyn på skred

Undersøkelsene og analysen omfatter skred fra naturlig terreng. Risiko med hensyn til ulike typer skred mot bygningsmasser er gitt som en funksjon av sannsynligheten for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensen av dem dersom de skulle inntreffe. En

## Skredfarevurdering

foreslått plan for avbøtende tiltak tar utgangspunkt i gjeldende akseptkriterier for skredrisiko slik disse er formulert i TEK 10.

## 7.1 Uønskede hendelser som følge av skred og vann

På grunnlag av befarings- og vurderinger i området er følgende uønskede hendelser vurdert som aktuelle fra skråningene bak/i planområdet:

1. Steinsprang og blokkskred (i størrelsesorden fra 0,2 m<sup>3</sup> til 20 m<sup>3</sup>) fra bergskrentene i skråningene bak planområdet på grunn av rotsprengning, is- og vanntrykk i sprekker i berget (pkt. 1-4 i figur 2).
2. Isnedfall fra bergskrenter vinterstid.

Nummereringen av disse hendelsene vil bli benyttet videre i risikoanalysen.

## 7.2 Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred

Sikkerhetsklasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
*)		$1/100 < s \leq 1$
S1	Liten	$1/1000 < s \leq 1/100$
S2	Middels	$1/5000 < s \leq 1/1000$
S3	Stor	$0 < s \leq 1/5000$
**)	Særlig stor	$s = 0$

**Tabell 1:** Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred, og sekundærvirkninger av skred for byggverk og tilhørende uteareal og tillatte konsekvenser for sikkerhetsklasser i Tabell 1 i § 7-3 i TEK 10. \*) Sikkerheten mot skred er mindre enn kravet i sikkerhetsklasse S1, jfr. tabell 2. \*\*) Byggverk som ikke skal plasseres i skredfarlig område fordi konsekvensen av skred, og sekundærvirkningen av skred er særlig stor, jfr. tabell 3.

### REGISTRERTE SANNSYNLIGE SKREDHENDELSER

Uønsket hendelse	Beskrivelse	Nominell årlig sannsynlighet
1	Steinsprang og blokkskred fra bergskrenter	$1/1000 < s \leq 1/100$
2	Isnedfall fra bergskrenter	$1/1000 < s \leq 1/100$

**Tabell 2:** Registrerte sannsynlige uønskede hendelser

## SIKKERHETSKLASSER OG BEHOV FOR SIKRINGSTILTAK

NOMINELL ÅRLIG SANNSYNLIGHET FOR SKRED	SIKKERHETSKLASSER (KONSEKVENSER)			
	S1 (Liten)	S2 (Middels)	S3 (Stor)	**)
1/100 < s ≤ 1 Svært stor *)				
1/1000 < s ≤ 1/100 Stor			1 og 2	
1/5000 < s ≤ 1/1000 Middels				
0 < s ≤ 1/5000 Liten				
s = 0 Ingen **)				

Ingen sikringstiltak:  Sikringstiltak må gjennomføres:

**Tabell 3:** Behov for sikringstiltak eller ikke for de sannsynlige uønskede hendelsene ut fra nominell årlig sannsynlighet for skred, herunder sekundærvirkninger av skred og sikkerhetsklassen for byggverket.

Inndelingene er gjort i samsvar med gjeldende utgave av Plan- og bygningsloven, § 28 og teknisk forskrift; TEK 10. I følge TEK 10 vil den planlagte bygningsmassen i området inngå i sikkerhetsklasse 3.

Vi presiserer at det kun er naturgitt skredfare som inngår i tabellene 1-3 ovenfor.

Vi presiserer også at nominell årlig sannsynlighet gjelder for at skred skal kunne nå planområdet og den planlagte bygningsmassen. Vi utelukker dermed ikke at det kan skje hyppigere hendelser lenger opp i terrenget. I rapporten tar vi høyde for at tiltak som vi beskriver (se videre tiltak kapittel 9) ikke utgjør noen skredfare, så fremt tiltaket blir gjennomført som skissert.

Etablering av eventuell ny bygningsmasse i området kan innebære sprenging av berg. Vi presiserer at det må gjøres egne bergtekniske vurderinger av nysprengt berg.

## 8. Simuleringer og faresonekart

I rapporten har det blitt utført flere steinsprangsimuleringer langs 7 utvalgte terrengprofiler, ved hjelp av dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience. Simuleringene, vurderinger i felt og kart-/flyfotostudier har dannet grunnlaget for faresonekartet for steinsprang i figur 6 i vedlegg A.

## 9. Videre tiltak

I dette kapitlet er det foreslått tiltak som er nødvendig for å møte kravene til sikkerhet med hensyn på skred for planområdet.

### 9.1 Følgende bør gjennomføres før (eventuelt under) bygging:

- Sikring av berget i bergskrenter ved punkt 1-3 i figur 2 ved hjelp av rensk, bolter, fjellbånd og is-/steinsprangnett. Sikring mot isnedfall vil skje ved hjelp av is-/steinsprangnett. Bergsikringen skal prosjekteres av firma med bergteknisk kompetanse. Avstanden fra planområdet til skråningene vil avgjøre hvor mye sikring som det er behov for. Sikringsarbeidet vil skje ved hjelp av taulag eller mobilkran/lift om det er tilkomst.  
I område 2 og 3 er det tidligere utført en del sikring. Dette vil redusere sikringsbehovet i disse områdene.
- I områder hvor det er fare for mye nedfall, punkt 4 i figur 2 (ved Djupedal), anbefales etablering av skredvoll. Skredvoll skal dimensjoneres og prosjekteres av firma med bergteknisk kompetanse.
- Det må også sikres mot nedfall for tilkomstveier. Hvor mye av skråningene som skal sikres avhenger av avstanden til tilkomstvei og hvilket nivå veien ligger på. Ligger veien høyt i forhold til sideterreng, så er veien mindre eksponert.
- Etablering av et tilstrekkelig overvannssystem ved nybygg som bør planlegges av firma med VA-kompetanse.
- Prøvegraving/grunnundersøkelse på byggegrunn og i områder hvor det skal flyttes på stedlige løsmasser, og undersøke løsmasseforholdene med hensyn på stabilitet og bæreevne (gjelder spesielt for Djupedal). Geotekniker skal bistå i dette arbeidet.

### 9.2 Følgende må gjennomføres i byggeperioden:

- Grøfter i planområdet bør graves dype nok for å kunne ta unna nok vann ved ekstrem nedbør. Graveskråninger må legges stabilt og plastres mot erosjon.
- Tak- og overvann og vann fra overliggende terreng må ikke føres ut mot bratte skråninger slik at jorderosjonen økes.
- Sikring av byggegroper og eventuelt sprengte skjæringer (inkl. løsmasseskjæringer). Sikringen skal prosjekteres av firma med bergteknisk kompetanse. Etter sprengning skal også eventuell sikring i bergskrentene i overkant kontrolleres før videre arbeid.
- Stabile og godt drenerende fyllinger.

### 9.3 Følgende observeres og vurderes i bruksfasen:

- Trær og rotvelt som potensielt kan skade bebyggelse og beboere.
- Løse blokker og gjenstander i skråningen og bergskrentene.
- Det må føres løpende tilsyn med vanninntakspunktene for stikkrenner og kummer for å unngå at de tettes av utvaskede løsmasser, organisk materiale, is o.l.
- Inspeksjon og vedlikehold av installert bergsikring og andre skredforebyggende tiltak.

Bygningsmassen som vil bli oppført her ved Salhusvegen 55 forventes å bli benyttet i lang tid. Dersom eventuelle fremtidige klimaendringer medfører endret sannsynlighet for skredhendelser, må sikringstiltak vurderes på nytt av kompetent personell.



## 10. Oppsummering

Vi vurderer at det undersøkte planområdet ved Salhusvegen 55 oppfyller kravene til sikkerhet, dersom sikringstiltakene beskrevet i kapittel 9 blir gjennomført. I henhold til TEK 10 vil konklusjonene i dette notatet avgjøre hvor det er fare for skred. Faresonekartet i figur 6 i vedlegg A viser hvor det er fare for skred. Vurderingene i dette notatet vil være førende for hvor det må gjøres sikringstiltak.

Avbøtende tiltak vil hovedsakelig dreie seg om rensk, installering av bolter og bergbånd, montering av is-/steinsprangnett og etablering av skredvoll. Bergsikringen og skredvoll skal prosjekteres/anvises av firma med bergteknisk kompetanse.

## 11. Referanser

**NGU. (2012):** Kartdatabase på nett [<http://www.ngu.no/no/hm/Kart-og-data/>].

**Skrednett:** [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)

**TEK 10. (2011):** Byggteknisk forskrift med veiledning hentet fra <http://bks.byggforsk.no/Drilldown.aspx?sectionId=4&nodeId=1309&level=0&isLast=False>

### Vedlegg (i dette dokumentet):

Vedlegg A: Fotobilag og faresonekart

**Vedlegg A**

Bilde 1. De sørlige deler av planområdet, se punkt 1 i figur 2 i notatet.



Bilde 2. De sørøstlige deler av planområdet, se punkt 2 i figur 2 i notatet. Her er det etablert en skredvoll.

## Skredfarevurdering



Bilde 3. Steil bergskråning øst for planområdet, se punkt 3 i figur 2 i notatet. Deler av berget er sikret med bolter og steinsprangnett.



Bilde 4. Bergskrenter øst for planområdet. Mindre deler av berget er sikret med bolter, men det gjenstår en del sikringsarbeid for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet med hensyn på steinsprang.

